

Рабочая программа учебной дисциплины

Электрическая часть АЭС

(Наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль)

«Электроснабжение»

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудовоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	л
Зачетные единицы	3
Общее количество часов	108
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	32
– Лекционные (Л)	16
– Практические (ПЗ)	16
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	76
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	+
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	5
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	6
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	8
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	9
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	12
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	15
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	16

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Электрическая часть АЭС» входит в «Элективные дисциплины» подготовки обучающихся по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»**.

Целью дисциплины является формирование **компетенций** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)):

ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов электроэнергетики и электротехники

Дескрипторы профессиональной компетенции:

ПК-1.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений при проектировании объектов профессиональной деятельности;

ПК-1.2 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения индикаторов компетенций:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
– Профессиональный стандарт Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов и управлению режимами работы муниципальных электрических сетей, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 329н от 25.04.2023	ПК-1.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений при проектировании объектов профессиональной деятельности; ПК-1.2 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	Знает: ИД 1 ПК.1.1 Нормативные и эксплуатационные требования к объектам электроэнергетики и электротехники (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 2 ПК.1.2 Типовые решения по проектированию объектов электроэнергетики и электротехники в зависимости от эксплуатационных требований (без привязки к профессиональному стандарту). Умеет: ИД 3 ПК.1.1 Определить нормативные и эксплуатационные требования к объектам электроэнергетики и электротехники в рамках их проектирования (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 4 ПК.1.2 Осуществить выбор предпочтительного решения по проектированию объектов электроэнергетики и электротехники в зависимости от эксплуатационных и нормативных требований (без привязки к профессиональному стандарту). Имеет навыки: ИД 5 ПК.1.1 Формирования технического задания к

		проектированию объектов электроэнергетики и электротехники в зависимости от эксплуатационных и нормативных требований (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 6ПК.1.2 Контроля учета требований технического задания в рамках предпроектной проработки и проектирования объектов электроэнергетики и электротехники (без привязки к профессиональному стандарту).
--	--	---

**1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность
(профиль) «Электроснабжение»**

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
1	2	3
1.	Электрические машины	Эксплуатация систем электроснабжения
2.	Теоретические основы электротехники	Эксплуатация передвижных электроустановок
3.	Электрические и электронные аппараты	

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»**;
- Учебного плана направления подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»** 2027 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

**Раздел 2. Тематический план
Очная форма обучения (полный срок)**

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				
		Все го	Аудиторные занятия		СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Введение. Особенности электрической части АЭС как сложного технологического комплекса.	12	2	2	8	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
2	Тема 2. Главная схема электрических соединений блока АЭС. Выбор основного оборудования.	12	2	2	8	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
3	Тема 3. Схема питания собственных нужд (СН) АЭС. Надежность электроснабжения ответственных потребителей.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
4	Тема 4. Компоновка главного корпуса АЭС и размещение электротехнического оборудования.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
5	Тема 5. Основное оборудование электрической части АЭС: генераторы и блочные трансформаторы.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
6	Тема 6. Коммутационные аппараты и распределительные устройства высокого напряжения.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
7	Тема 7. Релейная защита и автоматика (РЗА) главной схемы и собственных нужд.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
8	Тема 8. Вопросы электромагнитной совместимости и устойчивости в энергосистемах с АЭС.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
Вид промежуточной аттестации(Зачет)						
Итого		108	16	16	76	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Особенности электрической части АЭС как сложного технологического комплекса. Дисциплина начинается с определения места электрических систем в структуре атомной станции. Рассматривается главная схема выдачи мощности как связующее звено между тепломеханическим оборудованием (реактор, турбина, генератор) и энергосистемой. Анализируются ключевые особенности электроснабжения АЭС: выдача всей мощности на одном повышенном напряжении (как правило, 500–750 кВ для мощных блоков), наличие собственных нужд большой мощности, а также разделение потребителей по категориям надежности с выделением особой группы I категории.

Тема 2. Главная схема электрических соединений блока АЭС. Выбор основного оборудования. В этой теме детально изучаются типовые схемы главных соединений энергоблоков. Подробно рассматривается укрупненный блок (генератор — трансформатор) и его модификации со схемами «генерация-трансформатор» (Г-Т) и «генерация-трансформатор-линия» (Г-Т-Л). Изучается выбор числа и мощности генераторов и блочных трансформаторов, анализируется работа схемы при различных видах повреждений и плановом отключении элементов.

Тема 3. Схема питания собственных нужд (СН) АЭС. Надежность электроснабжения ответственных потребителей. Тема посвящена обеспечению бесперебойного питания механизмов, без которых невозможна безопасная эксплуатация реактора. Рассматриваются режимы питания СН: нормальный (от рабочего трансформатора СН), резервный (от резервного трансформатора СН) и аварийный (от агрегатов бесперебойного питания или дизель-генераторов). Особое внимание уделяется схеме питания насосов охлаждения активной зоны и защитным системам безопасности.

Тема 4. Компонировка главного корпуса АЭС и размещение электротехнического оборудования. Изучаются вопросы размещения основного оборудования в главном корпусе. Рассматривается взаимное расположение машинного зала (где находятся турбогенератор и повышающие трансформаторы) и реакторного отделения. Анализируются трассы токопроводов (гибких и экранированных) от выводов генератора до трансформатора, а также компоновка открытых (ОРУ) и закрытых (ЗРУ) распределительных устройств высокого напряжения.

Тема 5. Основное оборудование электрической части АЭС: генераторы и блочные трансформаторы. Детально рассматриваются конструктивные особенности гидрогенераторов и турбогенераторов большой мощности, используемых на АЭС. Изучаются системы их возбуждения (статические тиристорные системы), охлаждения (водородно-водяное), защиты и контроля состояния. Параллельно анализируются конструкции мощных автотрансформаторов и трансформаторов связи, их системы охлаждения типа Ц (масляно-водяные).

Тема 6. Коммутационные аппараты и распределительные устройства высокого напряжения. Тема охватывает аппаратуру для включения, отключения и защиты высоковольтных цепей. Изучаются элегазовые выключатели колонкового и бакового исполнения, их преимущества для работы в условиях ОРУ АЭС. Рассматриваются комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией (КРУЭ) как современное решение для повышения компактности и надежности распределительных устройств.

Тема 7. Релейная защита и автоматика (РЗА) главной схемы и собственных нужд. Рассматриваются принципы построения систем защиты, обеспечивающих селективное и быстрое отключение поврежденных элементов. Изучаются дифференциальные защиты генератора, трансформатора, шин; дистанционные и токовые защиты линий высокого напряжения. Отдельно разбираются защиты систем СН, включая технологические защиты, связанные с обеспечением ядерной безопасности.

Тема 8. Вопросы электромагнитной совместимости и устойчивости в энергосистемах с АЭС. Завершающая тема посвящена анализу поведения электрической части АЭС в составе крупной энергосистемы. Рассматриваются статическая и динамическая устойчивость блока АЭС — энергосистема, влияние мощных регулируемых электроприводов (например, питательных насосов) на качество электроэнергии. Изучаются меры по компенсации реактивной мощности и фильтрации высших гармоник, генерируемых нелинейными нагрузками.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Введение. Особенности электрической части АЭС как сложного технологического комплекса.
ПЗ 2	Тема 2. Главная схема электрических соединений блока АЭС. Выбор основного оборудования.
ПЗ 3, 4	Тема 3. Схема питания собственных нужд (СН) АЭС. Надежность электроснабжения ответственных потребителей.
ПЗ 5	Тема 4. Компоновка главного корпуса АЭС и размещение электротехнического оборудования.
ПЗ 6, 7	Тема 5. Основное оборудование электрической части АЭС: генераторы и блочные трансформаторы.
ПЗ 8	Тема 6. Коммутационные аппараты и распределительные устройства высокого напряжения.

3.3. Образовательные технологии

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Введение. Особенности электрической части АЭС как сложного технологического комплекса.	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Главная схема электрических соединений блока АЭС. Выбор основного оборудования.	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Схема питания собственных нужд (СН) АЭС. Надежность электроснабжения ответственных потребителей.	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Компоновка главного корпуса АЭС и размещение электротехнического оборудования.	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Основное оборудование электрической части АЭС: генераторы и блочные трансформаторы.	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Коммутационные аппараты и распределительные устройства высокого напряжения.	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Релейная защита и автоматика (РЗА) главной схемы и собственных нужд.	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Вопросы электромагнитной совместимости и устойчивости в энергосистемах с АЭС.	ПЗ	Деловая игра	75
Итого				29,68%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Тема 1. Введение. Особенности электрической части АЭС как сложного технологического комплекса.	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Главная схема электрических соединений блока АЭС. Выбор основного оборудования.	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Схема питания собственных нужд (СН) АЭС. Надежность электроснабжения ответственных потребителей.	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Компоновка главного корпуса АЭС и размещение электротехнического оборудования.	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Основное оборудование электрической части АЭС: генераторы и блочные трансформаторы.	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Коммутационные аппараты и распределительные устройства высокого напряжения.	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Релейная защита и автоматика (РЗА) главной схемы и собственных нужд.	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Вопросы электромагнитной совместимости и устойчивости в энергосистемах с АЭС.	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Классификация АЭС по числу контуров
2. Виды графиков нагрузок на АЭС
3. Виды принципиальных схем электростанций
4. Что изображается на развернутой полной тепловой схеме АЭС
5. Выбор главной схемы
6. Основные требования к главным схемам
7. Схемы электроснабжения СН
8. Выбор токоведущих частей и присоединение к сборным шинам в главной схеме АЭС
9. Принцип выбора электрических аппаратов

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе УМК по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе УМК по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе УМК по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Введение. Особенности электрической части АЭС как сложного технологического комплекса.	УО		ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
2	Тема 2. Главная схема электрических соединений блока АЭС. Выбор основного оборудования.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
3	Тема 3. Схема питания собственных нужд (СН) АЭС. Надежность электроснабжения ответственных потребителей.	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
4	Тема 4. Компоновка главного корпуса АЭС и размещение электротехнического оборудования.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
5	Тема 5. Основное оборудование электрической части АЭС: генераторы и блочные трансформаторы.	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
6	Тема 6. Коммутационные аппараты и распределительные устройства высокого напряжения.	УО		ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
7	Тема 7. Релейная защита и автоматика (РЗА) главной схемы и собственных нужд.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2

8	Тема 8. Вопросы электромагнитной совместимости и устойчивости в энергосистемах с АЭС.	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
---	---	----	----	-----	--

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МШ – Метод мозгового штурма;

КМ – Кейс-метод;

ДИ – Деловая игра;

ЛС – Лекция-ситуация.

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

Задачи

1. **Расчет токов короткого замыкания (КЗ) в главной схеме блока.**
 - **Задание:** Для схемы «генератор-трансформатор» мощностью 1000 МВт рассчитать токи трехфазного КЗ на выводах генератора и за блочным трансформатором. Построить кривую спада периодической составляющей тока КЗ от генератора.
2. **Выбор мощности блочного трансформатора.**
 - **Задание:** Выбрать номинальную мощность автотрансформатора связи для энергоблока с турбогенератором ТБВ-1000-2, работающим в энергосистеме напряжением 500 кВ. Проверить выбранный трансформатор на систематическую перегрузку.
3. **Проектирование схемы питания собственных нужд (СН).**
 - **Задание:** Разработать схему электроснабжения потребителей II категории надежности собственных нужд АЭС от секций надежного питания 6 кВ. Указать источники резервного питания и механизмы особой группы I категории.
4. **Разработка логики работы релейной защиты генератора.**
 - **Задание:** Составить карту селективности защит для генератора. Описать зоны действия дифференциальной защиты генератора, максимальной токовой защиты с пуском по напряжению, защиты от замыканий на землю в обмотке статора.
5. **Расчет уставок дифференциальной защиты шин (ДЗШ).**
 - **Задание:** Рассчитать параметры срабатывания ДЗШ распределительного устройства 500 кВ: выбрать ток срабатывания, отстроив его от тока небаланса в режиме внешнего КЗ, и определить чувствительность защиты.
6. **Анализ динамической устойчивости блока АЭС.**
 - **Задание:** По заданным параметрам эквивалентной системы и блока провести анализ динамической устойчивости при коротком замыкании на линии высокого напряжения с последующим отключением поврежденной цепи.
7. **Выбор гибких перемычек (токопроводов).**
 - **Задание:** Для соединения выводов турбогенератора мощностью 1200 МВт с выводами повышающего трансформатора выбрать тип и проверить на электродинамическую стойкость комплектное экранированное токопроводящее устройство.
8. **Составление программы высоковольтных испытаний оборудования.**
 - **Задание:** Разработать программу испытаний изоляции блочного трансформатора после монтажа или капитального ремонта, указав виды испытаний (приложенным, индуктированным напряжением), нормы и требования безопасности.
9. **Оценка влияния нелинейных нагрузок на сеть.**

- **Задание:** Оценить уровень высших гармоник, генерируемых тиристорными системами возбуждения генератора и приводами питательных насосов, и предложить меры по их компенсации (например, установка фильтров).
- 10. **Разработка алгоритма самозапуска двигателей СН.**
 - **Задание:** Описать алгоритм действий систем автоматики при кратковременном перерыве питания секции собственных нужд 6 кВ и последующем успешном самозапуске ответственных механизмов (ПЭН, ГЦН).
- 11. **Расчет потерь электроэнергии в главных цепях.**
 - **Задание:** Рассчитать годовые потери активной и реактивной мощности в блочном трансформаторе и токопроводах при работе блока в базовом режиме.
- 12. **Моделирование переходного процесса в системе возбуждения.**
 - **Задание:** В среде моделирования (например, MATLAB/Simulink) создать модель системы возбуждения генератора и проанализировать ее поведение при резком изменении нагрузки.
- 13. **Разработка схемы выдачи мощности от двух блоков через одно РУ.**
 - **Задание:** Сравнить два варианта компоновки: укрупненный блок (два генератора на один трансформатор) и схема с двумя отдельными трансформаторами, подключенными к разным системам шин одного ОРУ. Обосновать выбор.
- 14. **Анализ работы противоаварийной автоматики (ПА).**
 - **Задание:** Описать принцип действия автоматики предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ) на электростанции. Как система реагирует на дефицит мощности в энергосистеме?
- 15. **Подготовка карты селективности для защиты линий 500 кВ.**
 - **Задание:** Начертить карту селективности для участка сети 500 кВ, включающего дистанционную защиту и токовую отсечку, обеспечив ступенчатую селективность между смежными защитами.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Рефераты по выбранным темам выполняются в письменной форме обучающимися всех форм обучения. Учебно-методические материалы, необходимые для выполнения работ, а также примерная тематика рефератов содержатся в УМК по дисциплине.

1. Диагностика маслонаполненного оборудования
2. Определение мест повреждения воздушных линий
3. Определение мест повреждения кабельных линий
4. Проведение плавки гололеда на воздушных линиях
5. Применение напряжения сверхнизкой частоты для диагностики кабелей
6. Основы тепловизионного контроля электрооборудования
7. Применение контроля частичных разрядов для диагностики кабельных линий
8. Применение беспилотных летательных аппаратов для диагностики воздушных линий
9. Современные экспертные системы диагностики электрооборудования
10. Перспективы развития методов диагностики электрооборудования.

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Список вопросов для зачета с оценкой

1. Технологические особенности АЭС и их роль в энергетике России.
2. Варианты блоков на АЭС
3. Примеры структурных схем АЭС
4. Электроприемники собственных нужд АЭС.
5. Схемы ПТУ АЭС, работающих на насыщенном паре
6. Принципиальных тепловых схем АЭС при теплофикационных режимах
7. Принципиальная тепловая схема энергоблока ВВЭР-440
8. Принципиальная тепловая схема установки К-500-60/1500
9. Принципиальная тепловая схема установки К-1000-60/1500
10. Принципиальная тепловая схема установки К-1000-60/3000

11. Принципиальная тепловая схема блока АЭС «Библис»
12. Принципиальная тепловая схема блока одно контурной АЭС с реактором РБМК1000
13. Принципиальная тепловая схема блока крупного блока одноконтурной АЭС с корпусным реактором кипящего типа
14. Принципиальная тепловая схема блока на перегретом паре с реактором кипящего типа
15. Принципиальные тепловые схемы блоков с газоохлаждаемыми реакторами
- Принципиальные тепловые схемы блоков с реакторами с жидкометаллическими теплоносителями
16. Факторы, определяющие потребление электроэнергии и мощности на собственные нужды электростанции
17. Баланс пара и питательной воды на АЭС.
18. Испарители в ПТУ одноконтурных АЭС
19. Потребители собственных нужд АЭС.

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

Прочитайте вопрос и выберите один правильный ответ.

Вопрос 1.1 Какая схема электрических соединений является наиболее типичной для мощных энергоблоков современных АЭС? а) Схема многоугольника; б) **Схема «генератор-трансформатор» (укрупненный блок)**; в) Двойная система шин; г) Схема «мостика».

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.2 Какой основной вид топлива используется для выдачи мощности от блока АЭС в энергосистему высокого напряжения (например, 500 кВ)? а) Генераторное напряжение (около 24 кВ); б) Номинальное напряжение распределительного устройства собственных нужд (6 кВ); в) **Напряжение связи между обмотками блочного трансформатора (обычно 500/24 кВ)**; г) Напряжение питания электродвигателей питательных насосов.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.3 Какое основное преимущество дает применение комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией (КРУЭ) на территории АЭС по сравнению с открытыми РУ? а) Более низкая стоимость оборудования; б) Возможность обслуживания неквалифицированным персоналом; в) **Значительное сокращение площади подстанции за счет отсутствия открытых промежутков**; г) Упрощение конструкции выключателей.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.4 Как называется режим работы системы собственных нужд, при котором питание осуществляется от дизель-генераторов после полной потери рабочих источников переменного тока? а) Нормальный режим; б) Режим самозапуска; в) **Аварийный режим**; г) Ремонтный режим.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.5 Какой параметр является определяющим при выборе сечения гибких токопроводов, соединяющих генератор и повышающий трансформатор? а) Только номинальное напряжение; б) Только длина токопровода; в) **Длительно допустимый ток и электродинамическая стойкость при коротком замыкании**; г) Вес токопровода.

Правильный ответ: в)

Прочитайте вопрос и выберите два правильных ответа.

Вопрос 2.1 Выберите две основные группы потребителей собственных нужд АЭС по требованиям надежности электроснабжения. а) Потребители III категории; б) **Потребители II категории**; в) **Потребители I категории**; г) Потребители особой группы I категории.

Правильный ответ: в), г)

Вопрос 2.2 Какие два вида повреждений являются характерными для обмоток статора мощного генератора и требуют применения специальных защит? а) Межфазное короткое замыкание; б) Замыкание на землю одной точки обмотки; в) **Замыкание на землю двух и более точек обмотки**; г) Витковое замыкание.

Правильный ответ: а), в)

Вопрос 2.3 Выберите два основных преимущества использования систем водородного охлаждения турбогенераторов на АЭС. а) Повышение коэффициента полезного действия (КПД); б)

Повышение единичной мощности генератора при тех же габаритах; в) Полная пожаробезопасность; г) Упрощение конструкции корпуса статора.

Правильный ответ: а), б)

Вопрос 2.4 Для обеспечения динамической устойчивости блока АЭС применяются следующие виды противоаварийной автоматики: а) Автоматическое регулирование возбуждения сильного действия (*АРВ-СД*); б) **Автоматика разгрузки при отключении линии (*АРОЛ*)**; в) **Автоматика предотвращения нарушения устойчивости (*АПНУ*)**; г) Автоматический ввод резерва (*АВР*) на секциях СН.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.5 Выберите два элемента главной схемы блока АЭС, которые защищаются дифференциальной защитой. а) Линии электропередачи высокого напряжения; б) **Обмотки статора генератора**; в) **Выводы и обмотки низшего напряжения блочного трансформатора**; г) Сборные шины распределительного устройства.

Правильный ответ: б), в)

Установите соответствие между типом защиты и защищаемым элементом или принципом действия в электрической части АЭС.

А) Дифференциальная защита ошиновки	1) Защищает зону между выводами генератора и трансформатором.
Б) Газовая защита трансформатора	2) Реагирует на выделение газа из масла и движение масла при внутренних повреждениях.
В) Дистанционная защита	3) Определяет сопротивление до места короткого замыкания на линиях ВН.
Г) Защита от перегрузки с интегральной зависимостью	4) Имеет выдержку времени, зависящую от величины тока перегрузки.

ответ: А – 1, Б – 2, В – 3, Г – 4

1 Укажите правильную последовательность действий оперативного персонала при срабатывании сигнализации газовой защиты блочного трансформатора.

- 1.Отключить смежные элементы (если сработала дифференциальная защита).
2. Взять пробу газа из реле на газовый анализ.
- 3 Проверить показания приборов контроля температуры и уровня масла.
4. Оценить характер срабатывания (на сигнал или на отключение).

Правильный ответ: 4-3-2

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Бойчук, В. С. Эксплуатация электроэнергетических систем : учебное пособие / В. С. Бойчук, А. В. Куksин. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-9729-0852-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124139.html>

2. Рогов, И. Е. Электрические и электронные управляющие системы и комплексы: учебное пособие / И. Е. Рогов. — Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2023. — 186 с. — ISBN 978-5-7890-2093-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/130468.html>

7.2. Дополнительная литература

3. Скоробогатов, А. А. Электрическая часть тепловых и атомных электростанций : учебное пособие / А. А. Скоробогатов. — 2-е изд. — Москва, Вологда : ИнфраИнженерия, 2024. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-1677-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/143277.html>

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Оборудование:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Пробковая доска
- Моноблок для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся с выходом в интернет
- Виртуальный лабораторный стенд «Электрические цепи» на 20 рабочих мест;
- Виртуальный лабораторный стенд «Электротехника и основы электроники» ТС-ЭТиОЭ2-ЛС на 16 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого реле» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого контроллера» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Цифровая и микропроцессорная техника» на 20 рабочих мест
- Набор учебно-методических материалов к разделу «Электротехника и электроника» (плакаты, презентации).

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет
- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет
- ПО: MS Office, Яндекс браузер
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART
- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «**Электрическая часть АЭС**» можно построить в соответствии со списком вопросов для подготовки к экзамену. Для эффективного изучения курса Безопасности жизнедеятельности рекомендуется следующий порядок:

Сначала изучаются теоретические вопросы по соответствующей теме с проработкой как конспектов лекций, так и учебников. **Лекции** дают систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, концентрируют внимание на наиболее сложных узловых вопросах. Особое внимание следует обратить на **понимание смысла** основных понятий, определений. Затем нужно самостоятельно **подробно разобрать типовые примеры**, выясняя в деталях **практическое значение выученного теоретического материала**.

Добросовестное изучение всего материала, заключённого в лекциях, практических занятиях и домашних заданиях, гарантирует каждому обучающемуся успешные результаты на экзаменах. Для подготовки к экзамену необходимо, прежде всего, по лекциям и учебникам повторить и систематизировать весь теоретический материал, изученный в семестре.

При ответе на теоретические вопросы на экзамене следует привести необходимые определения, формулировку и примеры. Решение задач (если они есть в билете) следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения.

Во время экзамена требуется иметь калькулятор для выполнения расчетных заданий.

Не забудьте обратить внимание на применение рассматриваемых вопросов и задач в будущей профессиональной деятельности. Понимание необходимости и возможности такого применения оценивается на экзамене очень высоко.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

Электрическая часть АЭС

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)